



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0063513
(43) 공개일자 2016년06월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 51/50 (2006.01) H01L 27/32 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2014-0166644
(22) 출원일자 2014년11월26일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
삼성디스플레이 주식회사
경기 용인시 기흥구 삼성로 1 (농서동)
(72) 발명자
서지훈
경기 수원시 영통구 동탄지성로488번길 22, 104동 904호 (망포동, 벽산e빌리지아파트)
배성준
경기 수원시 영통구 태장로7번길 38, 303동 709호 (망포동, 쌍용3차아파트)
진현도
경기 용인시 수지구 진산로66번길 27, 707동 601호 (풍덕천동, 진산마을삼성래미안7차아파트)
(74) 대리인
특허법인 고려

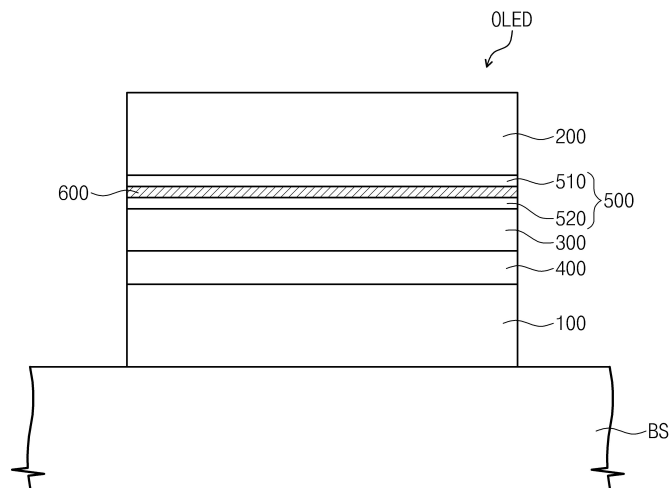
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 유기발광소자 및 이를 포함하는 표시패널

(57) 요약

유기발광소자는 베이스 기판 상에 배치된 제1 전극층, 제1 전극층 상에 배치되고, 제1 전극층과 대향하는 제2 전극층, 제1 전극층과 제2 전극층 사이에 배치되고, 유기물을 포함하는 발광층, 발광층과 제1 전극층 사이에 배치된 정공 수송 영역, 발광층과 제2 전극층 사이에 배치된 제1 전자 수송 영역, 발광층과 제1 전자 수송 영역 사이에 배치되고, 제2 전자 수송 영역의 루모 에너지 준위보다 높은 루모 에너지 준위를 가지는 중간층, 및 발광층과 중간층 사이에 배치되고, 발광층과 접촉하는 제2 전자 수송 영역을 포함한다.

대표도 - 도3



명세서

청구범위

청구항 1

베이스 기판 상에 배치된 제1 전극층;
 상기 제1 전극층 상에 배치되고, 상기 제1 전극층과 대향하는 제2 전극층;
 상기 제1 전극층과 상기 제2 전극층 사이에 배치된 발광층;
 상기 발광층과 상기 제1 전극층 사이에 배치된 정공 수송 영역;
 상기 발광층과 상기 제2 전극층 사이에 배치된 제1 전자 수송 영역;
 상기 발광층과 제1 전자 수송 영역 사이에 배치된 중간층; 및
 상기 발광층과 상기 중간층 사이에 배치되고, 상기 발광층과 접촉하는 제2 전자 수송 영역을 포함하고,
 상기 중간층의 루모 에너지 준위는 상기 제2 전자 수송 영역의 루모 에너지 준위보다 높은 유기발광소자.

청구항 2

제1 항에 있어서,
 상기 제2 전자 수송 영역은 상기 제1 전자 수송 영역과 실질적으로 동일한 루모 에너지 준위를 갖는 것을 특징으로 하는 유기발광소자.

청구항 3

제2 항에 있어서,
 상기 제2 전자 수송 영역은 상기 제1 전자 수송 영역과 실질적으로 동일한 물질로 구성된 것을 특징으로 하는 유기발광소자.

청구항 4

제3 항에 있어서,
 상기 제2 전자 수송 영역은 중간층과 접촉하고,
 상기 제1 전자 수송 영역의 상기 중간층과 인접하는 부분의 에너지 밴드 갭은 상기 제2 전자 수송 영역의 에너지 밴드 갭과 실질적으로 동일한 것을 특징으로 하는 유기발광소자.

청구항 5

제4 항에 있어서,
 상기 제2 전자 수송 영역은 복수의 층들을 포함하고,
 상기 층들 각각의 루모 에너지들은 상기 중간층의 루모 에너지보다 낮고,
 상기 층들 중 상기 중간층과 접촉하는 층은 상기 제1 전자 수송 영역과 실질적으로 동일한 물질로 구성된 것을 특징으로 하는 유기발광소자.

청구항 6

제4 항에 있어서,
 상기 제1 전자 수송 영역은 상기 중간층과 접촉하는 제1 층; 및
 상기 제2 층 및 상기 제2 전극층 사이에 배치된 제2 층을 포함하고,

상기 제2 전자 수송 영역은 상기 제1 층과 실질적으로 동일한 루모 에너지 준위를 갖는 것을 특징으로 하는 유기발광소자.

청구항 7

제6 항에 있어서,

상기 제2 전자 수송 영역은 상기 제1 층과 실질적으로 동일한 물질로 구성된 것을 특징으로 하는 유기발광소자.

청구항 8

제7 항에 있어서,

상기 제2 층은 전자 수송 물질을 포함하고, 상기 제3 층은 전자 주입 물질을 포함하는 것을 특징으로 하는 유기발광소자.

청구항 9

제1 항에 있어서,

상기 발광층의 호모 에너지 준위와 상기 중간층의 호모 에너지 준위 사이의 갭은 상기 발광층의 호모 에너지 준위와 상기 제2 전자 수송 영역의 호모 에너지 준위 사이의 갭보다 작은 것을 특징으로 하는 유기발광소자.

청구항 10

제9 항에 있어서,

상기 중간층의 호모 에너지 준위는 상기 제2 전자 수송 영역의 호모 에너지 준위보다 높은 것을 특징으로 하는 유기발광소자.

청구항 11

제1 항에 있어서,

상기 정공 수송 영역은 정공 수송층, 정공 주입층, 정공 수송 기능 및 정공 주입 기능을 갖는 단일층, 정공 지지층, 및 중간층 중 적어도 어느 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 유기발광소자.

청구항 12

제11 항에 있어서,

상기 발광층은 호스트 및 도펀트를 포함하고,

상기 발광층은 상기 호스트로 구성된 제1 영역 및 상기 호스트와 상기 도펀트로 구성된 제2 영역으로 구분되고, 상기 제2 영역은 상기 정공 수송 영역에 접촉하고, 상기 전자 수송 영역으로부터 이격된 것을 특징으로 하는 유기발광소자.

청구항 13

제12 항에 있어서,

상기 제2 영역의 에너지 밴드 갭은 상기 제1 영역의 에너지 밴드 갭보다 작은 것을 특징으로 하는 유기발광소자.

청구항 14

제13 항에 있어서,

상기 제2 영역의 루모 에너지 준위는 상기 제1 영역의 루모 에너지 준위보다 낮은 것을 특징으로 하는 유기발광소자.

청구항 15

제14 항에 있어서,

상기 도펀트는 정공 수송 물질인 것을 특징으로 하는 유기발광소자.

청구항 16

베이스 기관;

상기 베이스 기관 상에 배치된 유기발광소자를 포함하고,

상기 유기발광소자는,

상기 베이스 기관 상에 배치된 제1 전극층;

상기 제1 전극층 상에 배치되고, 상기 제1 전극층과 대향하는 제2 전극층;

상기 제1 전극층과 상기 제2 전극층 사이에 배치된 발광층;

상기 발광층과 상기 제1 전극층 사이에 배치된 정공 수송 영역;

상기 발광층과 상기 제2 전극층 사이에 배치된 제1 전자 수송 영역;

상기 발광층과 상기 제1 전자 수송 영역 사이에 배치되고, 발광층과 접촉하는 제2 전자 수송 영역; 및

상기 제1 전자 수송 영역과 상기 제2 전자 수송 영역 사이에 배치되고, 상기 제2 전자 수송 영역의 루모 에너지 준위보다 높은 루모 에너지 준위를 가진 중간층을 포함하는 표시패널.

청구항 17

제16 항에 있어서,

상기 베이스 기관과 상기 유기발광 소자 사이에 배치되고, 상기 유기발광소자와 전기적으로 연결된 적어도 하나의 박막 트랜지스터; 및

상기 베이스 기관 상에 배치되고, 상기 유기발광소자 및 상기 적어도 하나의 박막 트랜지스터와 전기적으로 연결된 커패시터를 포함하는 것을 특징으로 하는 표시패널.

청구항 18

제17 항에 있어서,

상기 제2 전자 수송 영역의 루모 에너지 준위는 상기 발광층의 루모 에너지보다 낮고,

상기 제1 전자 수송 영역은 상기 제2 전자 수송 영역을 구성하는 물질을 포함하는 것을 특징으로 하는 표시패널.

청구항 19

제18 항에 있어서,

상기 제1 전자 수송 영역은,

상기 중간층과 접촉하는 제2 층; 및

상기 제2 층과 상기 제2 전극층 사이에 배치된 제3 층을 포함하고,

상기 제2 전자 수송 영역은 상기 제2 층과 동일한 물질로 구성된 것을 특징으로 하는 표시패널.

청구항 20

제19 항에 있어서,

상기 발광층은 각각이 정공 수송 물질로 구성된 호스트 및 도펀트를 포함하고, 상기 발광층은 상기 호스트가 배치된 제1 영역, 및 상기 호스트와 상기 도펀트가 배치된 제2 영역으로 구분되고,

상기 제1 영역은 상기 정공 수송 영역에 접하고, 상기 전자 수송 영역으로부터 이격된 것을 특징으로 하는 표시

패널.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 유기발광소자 및 이를 포함하는 표시패널에 관한 것으로, 상세하게는 높은 발광효율을 가지고 수명이 향상된 유기발광소자 및 이를 포함하는 표시패널에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 유기발광소자는 응답속도가 빠르며, 저 전압으로 구동되고, 자기 발광형이다. 이에 따라, 유기발광소자를 포함하는 유기발광 표시장치는 별도의 광원을 생략할 수 있어 경량 박형이 가능하며, 휘도가 뛰어나고 시야각 의존성이 없는 등 여러 가지 장점을 가지고 있다.

[0003] 유기발광소자는 애노드 전극과 캐소드 전극 사이에 유기물로 이루어진 발광층을 가진 표시 소자이다. 애노드 전극으로부터 제공된 정공과 캐소드 전극으로부터 제공된 전자가 발광층에서 결합하여 여기자를 형성한 후, 여기자로부터 정공과 전자 사이의 에너지에 해당하는 광을 생성한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 따라서, 본 발명은 발광효율이 향상되고, 수명이 향상된 유기발광소자 및 이를 포함하는 표시패널을 제공하는 것에 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0005] 본 발명의 일 실시예에 따른 유기발광소자는 베이스 기관 상에 배치된 제1 전극층, 상기 제1 전극층 상에 배치되고, 상기 제1 전극층과 대향하는 제2 전극층, 상기 제1 전극층과 상기 제2 전극층 사이에 배치되고, 유기물을 포함하는 발광층, 상기 발광층과 상기 제1 전극층 사이에 배치된 정공 수송 영역, 상기 발광층과 상기 제2 전극층 사이에 배치된 제1 전자 수송 영역, 상기 발광층과 제1 전자 수송 영역 사이에 배치된 중간층, 및 상기 발광층과 상기 중간층 사이에 배치되고, 상기 발광층과 접촉하는 제2 전자 수송 영역을 포함하고, 상기 중간층의 루모 에너지 준위는 상기 제2 전자 수송 영역의 루모 에너지 준위보다 높다.

[0006] 상기 제2 전자 수송 영역은 상기 중간층과 접촉할 수 있다.

[0007] 상기 제2 전자 수송 영역은 상기 제1 전자 수송 영역과 실질적으로 동일한 루모 에너지 준위를 가질 수 있다.

[0008] 상기 제2 전자 수송 영역은 상기 제1 전자 수송 영역과 실질적으로 동일한 물질로 구성될 수 있고, 상기 제1 전자 수송 영역은 상기 전자 수송 물질을 포함할 수 있다.

[0009] 상기 제1 전자 수송 영역은 상기 중간층과 접촉하는 제1 층, 및 상기 제1 층 및 상기 제2 전극층 사이에 배치된 제2 층을 포함하고, 상기 제2 전자 수송 영역은 상기 제1 층과 실질적으로 동일한 루모 에너지 준위를 가질 수 있다.

[0010] 상기 제2 전자 수송 영역은 상기 제1 층과 실질적으로 동일한 물질로 구성될 수 있다.

[0011] 상기 제2 층은 전자 수송 물질을 포함하고, 상기 제2 층은 전자 주입 물질을 포함할 수 있다.

[0012] 상기 중간층의 호모 에너지 준위는 상기 제2 전자 수송 영역의 호모 에너지 준위보다 높을 수 있다.

[0013] 상기 발광층의 호모 에너지 준위와 상기 중간층의 호모 에너지 준위 사이의 갭은 상기 발광층의 호모 에너지 준위와 상기 제2 전자 수송 영역의 호모 에너지 준위 사이의 갭보다 작을 수 있다.

[0014] 상기 정공 수송 영역은 정공 수송층, 정공 주입층, 정공 수송 기능 및 정공 주입 기능을 갖는 단일층, 정공 지지층, 및 중간층 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다.

[0015] 상기 발광층은 호스트 및 도펀트를 포함하고, 상기 발광층은 상기 호스트로 구성된 제1 영역 및 상기 호스트와

상기 도펀트로 구성된 제2 영역으로 구분되고, 상기 제2 영역은 상기 정공 수송 영역에 접촉하고, 상기 전자 수송 영역으로부터 이격될 수 있고, 상기 도펀트는 정공 수송 물질일 수 있다.

[0016] 상기 제2 영역의 에너지 밴드 갭은 상기 제1 영역의 에너지 밴드 갭보다 작을 수 있고, 상기 제2 영역의 루모 에너지 준위는 상기 제1 영역의 루모 에너지 준위보다 낮을 수 있다.

[0017] 본 발명의 일 실시예에 따른 표시패널은 베이스 기판, 상기 베이스 기판 상에 배치된 유기발광소자를 포함하고, 상기 유기발광소자는, 상기 베이스 기판 상에 배치된 제1 전극층, 상기 제1 전극층 상에 배치되고, 상기 제1 전극층과 대향하는 제2 전극층, 상기 제1 전극층과 상기 제2 전극층 사이에 배치되고, 유기물을 포함하는 발광층, 상기 발광층과 상기 제1 전극층 사이에 배치된 정공 수송 영역, 및 상기 발광층과 상기 제2 전극층 사이에 배치된 제1 전자 수송 영역, 상기 발광층과 상기 제1 전자 수송 영역 사이에 배치되고, 제1 호모 에너지 준위 및 제1 루모 에너지 준위를 가진 제2 전자 수송 영역, 및 상기 제1 전자 수송 영역과 상기 제2 전자 수송 영역 사이에 배치되고, 상기 제1 루모 에너지 준위보다 높은 루모 에너지 준위를 가진 중간층을 포함하고, 상기 제2 전자 수송 영역은 상기 발광층 및 상기 중간층과 접촉한다.

[0018] 상기 베이스 기판과 상기 유기발광 소자 사이에 배치되고, 상기 유기발광소자와 전기적으로 연결된 적어도 하나의 박막 트랜지스터, 및 상기 베이스 기판 상에 배치되고, 상기 유기발광소자 및 상기 적어도 하나의 박막 트랜지스터와 전기적으로 연결된 커패시터를 포함할 수 있다.

[0019] 상기 중간층은 상기 제1 전자 수송 영역의 루모 에너지 준위보다 높은 제2 루모 에너지 준위를 가지고, 상기 제1 루모 에너지 준위는 상기 제2 루모 에너지 준위와 실질적으로 동일할 수 있다.

[0020] 상기 제1 전자 수송 영역은, 상기 중간층과 접촉하는 제1 층, 및 상기 제2 층과 상기 제2 전극층 사이에 배치된 제2 층을 포함하고, 상기 제2 전자 수송 영역은 상기 제1 층과 동일한 물질로 구성될 수 있다.

[0021] 상기 발광층은 각각이 정공 수송 물질로 구성된 호스트 및 도펀트를 포함하고, 상기 발광층은 상기 호스트가 배치된 제1 영역, 및 상기 호스트와 상기 도펀트가 배치된 제2 영역으로 구분되고, 상기 제1 영역은 상기 정공 수송 영역에 접하고, 상기 전자 수송 영역으로부터 이격될 수 있다.

발명의 효과

[0022] 본 발명에 따른 유기발광소자는 전자 수송 영역에 배치되고, 전자 수송층에 삽입된 중간층을 포함한다. 중간층은 캐소드 전극 및 발광층 각각에 비 접촉한다.

[0023] 중간층은 전자 수송 영역으로부터 발광층으로 주입되는 전자의 수를 제한한다. 또한, 중간층은 발광층과 비 접촉함으로써, 발광층에 존재하는 정공이 중간층을 통하여 유출되는 것을 방지할 수 있다. 이에 따라, 발광층에서의 전자/정공 균형이 유지되어 유기발광소자의 발광 효율이 향상되고, 층간 계면에서의 열화가 방지되어 유기발광소자의 수명이 향상될 수 있다.

[0024] 또한, 본 발명에 따른 유기발광소자는 정공 수송 영역에 인접한 도펀트 영역을 포함하는 발광층을 더 포함할 수 있다. 도펀트 영역은 전자 수송 영역과 비 접촉하므로, 도펀트 영역을 통해 전자 수송 영역으로부터 주입되는 전자의 수가 제한될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0025] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 표시패널의 사시도이다.

도 2는 도 1에 도시된 화소의 등가 회로도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 유기발광소자의 단면도이다.

도 4는 도 3에 도시된 유기발광소자의 밴드 다이어그램이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 유기발광소자의 단면도이다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 유기발광소자의 단면도이다.

도 7은 도 6에 도시된 유기발광소자의 밴드 다이어그램이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0026] 이하, 도면을 참조하여 본 발명에 대해 설명한다.
- [0027] 도면에서는 여러 층 및 영역을 명확하게 표현하기 위하여 일부 구성요소의 스케일을 과장하거나 축소하여 나타내었다. 명세서 전체에 걸쳐 유사한 참조 부호는 유사한 구성 요소를 지칭한다. 그리고, 어떤 층이 다른 층의 '상에' 형성된다(배치된다)는 것은, 두 층이 접해 있는 경우뿐만 아니라 두 층 사이에 다른 층이 존재하는 경우도 포함한다. 또한, 도면에서 어떤 층의 일면이 평평하게 도시되었지만, 반드시 평평할 것을 요구하지 않으며, 적층 공정에서 하부층의 표면 형상에 의해 상부층의 표면에 단차가 발생할 수도 있다. 또한, 아래에서 '라인'이라는 용어는 도전성 물질로 이루어진 신호 배선을 의미한다.
- [0028] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 표시장치의 블록도이다. 도 2는 도 1에 도시된 화소의 등가 회로도이다. 도 1 및 도 2를 참조하여 본 발명에 따른 표시패널에 대해 살펴본다.
- [0029] 도 1에 도시된 것과 같이, 표시장치는 표시패널(DP), 타이밍 제어부(TC), 게이트 구동부(GD), 및 데이터 구동부(DD)를 포함한다.
- [0030] 타이밍 제어부(TC)는 입력 영상신호들을 수신하고, 표시패널(DP)의 동작모드에 부합하게 변환된 영상데이터들(I_{DATA})과 각종 제어신호들(SCS, DCS)을 출력한다.
- [0031] 게이트 구동부(GD)는 타이밍 제어부(TC)로부터 게이트 구동제어신호(SCS)를 수신한다. 게이트 구동제어신호(SCS)를 공급받은 게이트 구동부(GD)는 복수 개의 게이트 신호들을 생성한다. 복수 개의 게이트신호들은 표시패널(DP)에 순차적으로 공급된다.
- [0032] 데이터 구동부(DD)는 타이밍 제어부(TC)로부터 데이터 구동제어신호(DCS) 및 변환된 영상데이터들(I_{DATA})을 수신한다. 데이터 구동부(DD)는 데이터 구동제어신호(DCS)와 변환된 영상데이터들(I_{DATA})에 근거하여 복수 개의 데이터 신호들을 생성한다. 복수 개의 데이터 신호들은 표시패널(DP)에 공급된다.
- [0033] 표시패널(DP)은 외부로부터 전기적 신호를 인가 받아 영상을 표시한다. 표시패널(DP)은 복수의 게이트 라인(GL1~GL_N), 복수의 데이터 라인(DL1~DL_M), 및 복수의 화소(PX₁₁~PX_m)를 포함한다.
- [0034] 게이트 라인들(GL1~GL_N)은 제1 방향(D1)으로 연장되고, 제1 방향(D1)에 교차하는 제2 방향(D2)으로 배열된다. 게이트 라인들(GL1~GL_N)은 게이트 구동부(GD)로부터 게이트 신호들을 순차적으로 공급받는다.
- [0035] 데이터 라인들(DL1~DL_M)은 게이트 라인들(GL1~GL_N)에 절연되게 교차한다. 데이터 라인들(DL1~DL_M)은 제2 방향(D2)으로 연장되고 제1 방향(D1)으로 배열된다. 데이터 라인들(DL1~DL_M)은 데이터 구동부(DD)로부터 데이터 신호들을 수신한다.
- [0036] 표시패널(DP)은 외부로부터 제1 전원전압(ELVDD) 및 제2 전원전압(ELVSS)을 공급받는다. 화소들(PX₁₁~PX_m) 각각은 대응하는 게이트 신호에 응답하여 턴-온된다. 화소들(PX₁₁~PX_m) 각각은 제1 전원전압(ELVDD) 및 제2 전원전압(ELVSS)을 수신하고, 대응하는 데이터 신호에 응답하여 광을 생성한다. 제1 전원전압(ELVDD)은 제2 전원전압(ELVSS) 보다 높은 레벨의 전압이다.
- [0037] 화소들(PX₁₁~PX_m)은 매트릭스 형상으로 배열될 수 있다. 화소들(PX₁₁~PX_m)은 게이트 라인들(GL1~GL_N) 중 대응되는 게이트 라인에 연결되고, 화소들(PX₁₁~PX_m)은 데이터 라인들(DL1~DL_M) 중 대응되는 데이터 라인에 연결된다.
- [0038] 화소들(PX₁₁~PX_m) 각각은 대응되는 게이트 라인으로부터 게이트 신호를 수신하고, 대응되는 데이터 라인으로부터 데이터 신호를 수신한다. 화소들(PX₁₁~PX_m) 각각은 대응하는 게이트 신호에 응답하여 턴-온 된다. 화소들(PX₁₁~PX_m) 각각은 대응하는 데이터 신호에 대응하는 광을 생성하여 영상을 표시한다.
- [0039] 화소들(PX₁₁~PX_m) 각각은 적어도 하나의 트랜지스터, 적어도 하나의 커패시터, 및 유기발광소자를 포함한다. 도 2에는 복수 개의 게이트 라인들(S1~S_n) 중 i번째 게이트 라인(G_i)과 복수 개의 데이터 라인들(D1~D_m) 중 j번째 데이터 라인(D_j)에 연결된 화소(PX_{ij})의 등가회로를 예시적으로 도시하였다.
- [0040] 화소(PX_{ij})는 제1 트랜지스터(TR1), 제2 트랜지스터(TR2), 커패시터(Cap), 및 표시소자로서의 유기발광소자(OLED)를 포함한다. 제1 트랜지스터(TR1)는 게이트 라인(G_i)에 연결된 제어전극, 데이터 라인(D_j)에 연결된 입력전극, 및 출력전극을 포함한다. 제1 트랜지스터(TR1)는 게이트 라인(G_i)에 흐르는 게이트 신호에 응답하여

데이터 라인(DLj)에 흐르는 데이터 신호를 출력한다.

- [0041] 커패시터(Cap)는 제1 트랜지스터(TR1)에 연결된 제1 커패시터 전극 및 제1 전원전압(ELVDD)을 수신하는 제2 커패시터 전극을 포함한다. 커패시터(Cap)는 제1 트랜지스터(TR1)로부터 수신한 데이터 신호에 대응하는 전압과 제1 전원전압(ELVDD)의 차이에 대응하는 전하량을 충전한다.
- [0042] 제2 트랜지스터(TR2)는 제1 트랜지스터(TR1)의 출력 전극 및 커패시터(Cap)의 제1 커패시터 전극에 연결된 제어 전극, 제1 전원전압(ELVDD)을 수신하는 입력전극, 및 출력전극을 포함한다. 제2 트랜지스터(TR2)의 출력전극은 유기발광소자(OLED)에 연결된다.
- [0043] 제2 트랜지스터(TR2)는 커패시터(Cap)에 저장된 전하량에 대응하여 유기발광소자(OLED)에 흐르는 구동전류를 제어한다. 커패시터(Cap)에 충전된 전하량에 따라 제2 트랜지스터(TR2)의 턴-온 시간이 결정된다. 실질적으로 제2 트랜지스터(TR2)의 출력전극은 유기발광소자(OLED)에 제1 전원전압(ELVDD)보다 낮은 레벨의 전압을 공급한다.
- [0044] 유기발광소자(OLED)는 제2 트랜지스터(TR2)에 연결되고, 제2 전원전압(ELVSS)을 수신한다. 유기발광소자(OLED)는 제2 트랜지스터(TR2)의 턴-온 구간 동안 발광한다.
- [0045] 유기발광소자(OLED)는 발광 물질을 포함한다. 유기발광소자(OLED)는 발광 물질에 대응하는 컬러의 광을 생성할 수 있다. 유기발광소자(OLED)에서 생성된 광의 컬러는 적색, 녹색, 청색, 백색 중 어느 하나일 수 있다. 유기발광소자(OLED)에 관한 상세한 설명은 후술한다.
- [0046] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 유기발광소자의 단면도이다. 도 3에 도시된 것과 같이, 유기발광소자(OLED)는 제1 전극층(100), 제2 전극층(200), 발광층(300), 정공 수송 영역(400, 또는 정공 제어층), 전자 수송 영역(500, 또는 전자 제어층), 및 중간층(600중간층)을 포함한다.
- [0047] 본 실시예에서, 유기발광소자(OLED)는 베이스 기판(BS) 상에 배치된다. 베이스 기판(BS)은 복수의 박막(미도시)을 포함할 수 있다. 박막들은 무기 박막 및/또는 유기 박막을 포함한다.
- [0048] 박막들은 도 2에 도시된 제1 트랜지스터(TR1), 제2 트랜지스터(TR2), 커패시터(Cap), 및 제1 트랜지스터(TR1), 제2 트랜지스터(TR2), 및 커패시터(Cap) 사이에 배치된 절연막들을 포함할 수 있다.
- [0049] 제1 전극층(100)은 베이스 기판(BS) 상에 배치된다. 미도시 되었으나, 제1 전극층(100)은 제2 트랜지스터(TR2)와 전기적으로 연결된다. 이때, 제1 전극층(100)이 제2 트랜지스터(TR2) 상에 배치된 경우, 제1 전극층(100)은 미도시된 관통홀 등을 통해 제2 트랜지스터(TR2)와 연결된다.
- [0050] 제1 전극층(100)은 화소 전극 또는 애노드 전극일 수 있다. 제1 전극층(100)은 정공 주입이 용이하도록 높은 일함수를 가진 물질로 구성될 수 있다.
- [0051] 제1 전극층(100)은 도전성 물질을 포함한다. 제1 전극층(100)은 반사형 전극, 반투과형 전극, 또는 투과형 전극일 수 있다. 예를 들어, 제1 전극층(100)은 투명한 전도성 산화물(transparent conductive oxide, TCO), 예를 들어, 산화인듐주석(ITO), 산화인듐아연(IZO), 산화주석(SnO₂), 및 산화아연(ZnO) 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다. 또는, 제1 전극층(100)은 반사율이 높은 마그네슘(Mg), 알루미늄(Al), 은(Ag), 백금(Pt), 팔라듐(Pd), 금(Au), 니켈(Ni), 네오디뮴(Nd), 이리듐(Ir), 크롬(Cr), 및 이들의 혼합물 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다.
- [0052] 제1 전극층(100)은 단일층 또는 다중층일 수 있다. 예를 들어, 제1 전극층(100)은 산화인듐주석의 은 또는 금속 혼합물로 구성된 단일층 구조, ITO/Mg 또는 ITO/MgF의 2층 구조, 또는 ITO/Ag/ITO의 3층 구조를 가질 수 있다. 한편, 제1 전극층(100)은 어느 하나의 실시예에 한정되지 않는다.
- [0053] 제2 전극층(200)은 제1 전극층(100) 상에 배치된다. 제2 전극층(200)은 공통 전극 또는 캐소드 전극일 수 있다.
- [0054] 제2 전극층(200)은 제1 전극층(100)과 대향한다. 예를 들어, 제1 전극층(100)이 애노드 전극일 경우, 제2 전극층(200)은 캐소드 전극일 수 있다. 이에 따라, 제2 전극층(200)은 전자 주입이 용이하도록 낮은 일함수를 가진 물질로 구성될 수 있다.
- [0055] 제2 전극층(200)은 도전성 물질을 포함한다. 도전성 물질은 금속, 합금, 전기 전도성 화합물, 및 이들의 혼합물일 수 있다. 예를 들어, 제2 전극층(200)은 리튬(Li), 마그네슘(Mg), 알루미늄(Al), 알루미늄-리튬(Al-Li), 칼슘(Ca), 마그네슘-인듐(Mg-In), 및 마그네슘-은(Mg-Ag)으로 구성된 반사형 물질들 중 적어도 어느 하나를 포함

할 수 있다. 또는, 제2 전극층(200)은 산화인듐주석, 산화인듐아연, 산화아연, 및 산화인듐주석아연으로 구성된 투과형 물질들 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다.

[0056] 제2 전극층(200)은 단일층 또는 다중층일 수 있다. 다중층은 반사형 물질로 구성된 층 및 투과형 물질로 구성된 층 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다.

[0057] 제2 전극층(200)은 반사형, 반투과형, 또는 투과형 전극일 수 있다. 제2 전극층(200)은 어느 하나의 실시예에 한정되지 않으며, 유기발광소자(OLED)의 구조에 따라 다양한 물질로 구성될 수 있다.

[0058] 발광층(300)은 제1 전극층(100)과 제2 전극층(200) 사이에 배치된다. 발광층(300)은 단일 물질로 이루어진 단일 층 구조, 복수의 서로 다른 물질로 이루어진 단일층 구조 또는 복수의 서로 다른 물질로 이루어진 복수의 층으로 구성된 다층 구조를 가질 수 있다.

[0059] 발광층(300)은 유기물을 포함한다. 유기물은 통상적으로 사용하는 물질이라면 특별히 한정되지 않는다. 예를 들어, 발광층(300)은 적색, 녹색, 및 청색을 발광하는 물질들 중 적어도 어느 하나의 물질로 구성될 수 있으며, 형광 물질 또는 인광 물질을 포함할 수 있다.

[0060] 또한, 유기물은 호스트(host material) 및 도펀트(dopant material)를 포함한다. 호스트 및 도펀트 각각은 공지된 호스트 및 도펀트를 포함할 수 있다. 예를 들어, 호스트는 Alq3(tris(8-hydroxyquinolino)aluminum), CBP(4,4'-bis(N-carbazolyl)-1,1'-biphenyl), PVK(poly(n-vinylcarbazole), ADN(9,10-di(naphthalene-2-yl)anthracene), TCTA(4,4',4''-Tris(carbazol-9-yl)-triphenylamine), TPBi(1,3,5-tris(N-phenylbenzimidazole-2-yl)benzene), TBADN(3-tert-butyl-9,10-di(naphth-2-yl)anthracene), DSA(distyrylarylene), CDBP(4,4'-bis(9-carbazolyl)-2,2'-dimethyl-biphenyl), 또는 MADN(2-Methyl-9,10-bis(naphthalen-2-yl)anthracene)일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0061] 도펀트는 청색 도펀트, 녹색 도펀트, 및/또는 적색 도펀트를 포함할 수 있다. 예를 들어, 발광층(300)이 적색을 발광할 때, 발광층(300)은 예를 들어, PBD:Eu(DBM)3(Phen)(tris(dibenzoylmethanato)phenanthroline europium) 또는 퍼릴렌(Perylene)을 포함하는 형광물질을 포함할 수 있다.

[0062] 이때, 적색 도펀트는 예를 들어, PIrIr(acac)(bis(1-phenylisoquinoline)acetylacetonate iridium), PQIr(acac)(bis(1-phenylquinoline)acetylacetonate iridium), PQIr(tris(1-phenylquinoline)iridium) 및 PtOEP(octaethylporphyrin platinum)과 같은 금속 착화합물(metal complex) 또는 유기 금속 착체(organometallic complex)에서 선택할 수 있으나, 이에 한정되지 않는다.

[0063] 발광층(300)이 녹색을 발광할 때, 발광층(300)은 예를 들어, Alq3(tris(8-hydroxyquinolino)aluminum)을 포함하는 형광물질을 포함할 수 있다. 이때, 녹색 도펀트는 예를 들어, Ir(ppy)3(fac-tris(2-phenylpyridine)iridium)와 같은 금속 착화합물(metal complex) 또는 유기 금속 착체(organometallic complex)에서 선택할 수 있으나, 이에 한정되지 않는다.

[0064] 한편, 발광층(300)이 청색을 발광할 때, 발광층(300)은 예를 들어, 스피로-DPVBi(spiro-DPVBi), 스피로-6P(spiro-6P), DSB(distyryl-benzene), DSA(distyryl-arylene), PFO(Polyfluorene)계 고분자 및 PPV(poly(p-phenylene vinylene)계 고분자로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나를 포함하는 형광물질을 포함할 수 있다. 이때, 청색 도펀트는 예를 들어, (4,6-F2ppy)2Irpic와 같은 금속 착화합물(metal complex) 또는 유기 금속 착체(organometallic complex)에서 선택할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0065] 발광층(300)은 진공 증착법, 스핀 코팅법, 캐스트법, LB법(Langmuir-Blodgett), 잉크젯 프린팅법, 레이저 프린팅법, 레이저 열전사법(Laser induced thermal imaging, LITI) 등과 같은 다양한 방법을 이용하여 형성될 수 있다.

[0066] 정공 수송 영역(400)은 발광층(300)과 제1 전극층(100) 사이에 정의된다. 정공 수송 영역(400)은 제1 전극층(100)으로부터 주입된 정공이 발광층(300)에 도달하기 위하여 경유하는 영역이다.

[0067] 정공 수송 영역(400)은 정공 주입층, 정공 수송층, 및 정공 주입 기능 및 정공 수송 기능을 동시에 갖는 단일층 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다. 정공 수송 영역(400)은 정공 주입 물질 및 정공 수송 물질 중 적어도 어느 하나로 구성될 수 있다.

- [0068] 정공 주입 물질 및 정공 수송 물질은 각각 공지된 물질들일 수 있다. 예를 들어, 정공 수송 영역(400)이 정공 수송층을 포함하는 경우, 정공 수송 영역(400)은 N-페닐카바졸, 폴리비닐카바졸 등의 카바졸계 유도체, 플루오렌(fluorine)계 유도체, TPD(N,N'-bis(3-methylphenyl)-N,N'-diphenyl-[1,1-biphenyl]-4,4'-diamine), TCTA(4,4',4"-tris(N-carbazolyl)triphenylamine) 등과 같은 트리페닐아민계 유도체, NPB(N,N'-di(1-naphthyl)-N,N'-diphenylbenzidine), 또는 TAPC(4,4'-Cyclohexylidene bis[N,N-bis(4-methylphenyl)benzenamine) 등을 포함할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0069] 또는, 예를 들어, 정공 수송 영역(400)이 정공 주입층을 포함하는 경우, 정공 수송 영역(400)은 구리프탈로시아닌(copper phthalocyanine) 등의 프탈로시아닌(phthalocyanine) 화합물; DNTPD (N,N'-diphenyl-N,N'-bis-[4-(phenyl-m-tolyl-amino)-phenyl]-biphenyl-4,4'-diamine), m-MTDATA(4,4',4"-tris(3-methylphenylphenylamino)triphenylamine), TDATA(4,4',4"-Tris(N,N-diphenylamino)triphenylamine), 2TNATA(4,4',4"-tris{N,-(2-naphthyl)-N-phenylamino}-triphenylamine), PEDOT/PSS(Poly(3,4-ethylenedioxythiophene)/Poly(4-styrenesulfonate)), PANI/DBSA(Polyaniline/Dodecylbenzenesulfonic acid), PANI/CSA(Polyaniline/Camphor sulfonic acid), 및 PANI/PSS((Polyaniline)/Poly(4-styrenesulfonate)) 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0070] 정공 수송 영역(400)은 약 100Å 내지 약 10000Å, 예를 들어, 약 100Å 내지 약 1000Å 범위의 두께를 가질 수 있다. 정공 수송 영역(400)이 정공 수송층 및 정공 주입층을 모두 포함하는 경우, 정공 주입층의 두께는 약 100Å 내지 약 10000Å 예를 들어, 약 100Å 내지 약 1000Å 범위를 가질 수 있다. 또한, 정공 수송층의 두께는 약 50Å 내지 약 2000Å 예를 들어, 약 100Å 내지 약 1500Å 범위를 가질 수 있다. 이때, 유기발광소자(OLED)는 실질적인 구동 전압의 상승 없이도 만족스러운 정공 수송 특성을 가질 수 있다.
- [0071] 정공 수송 영역(400)은 발광층(300)과 유사한 공정으로 형성될 수 있다. 예를 들어, 정공 수송 영역(400)은 진공 증착법, 스핀 코팅법, 캐스트법, LB법(Langmuir-Blodgett), 잉크젯 프린팅법, 레이저 프린팅법, 레이저 열전사법(Laser induced thermal imaging, LITI) 등과 같은 다양한 방법을 이용하여 형성될 수 있다.
- [0072] 한편, 정공 수송 영역(400)은 정공 저지층을 포함할 수 있다. 정공 수송 영역(400)이 정공 저지층을 포함하는 경우, 정공 수송 영역(400)은 공지의 정공 저지 재료를 포함할 수 있다. BCP(2,9-dimethyl-4,7-diphenyl-1,10-phenanthroline) 및 Bphen(4,7-diphenyl-1,10-phenanthroline) 중 적어도 하나를 포함할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 정공 저지층의 두께는 약 20Å 내지 약 1000Å, 예를 들어 약 30Å 내지 약 300Å일 수 있다. 정공 저지층의 두께가 적절한 바와 같은 범위를 만족할 경우, 실질적인 구동 전압 상승 없이 우수한 정공 저지 특성을 얻을 수 있다.
- [0073] 정공 저지층은 발광층(300)에 인광 도펀트를 사용할 경우, 삼중항 여기자(triplet exciton) 또는 정공(hole)이 전자 수송 영역(500)으로 확산되는 현상을 방지하기 위하여, 진공증착법, 스핀코팅법, 캐스트법, LB법 등과 같은 방법을 이용하여 형성될 수 있다. 진공증착법 및 스핀코팅법에 의해 정공 저지층을 형성하는 경우, 그 조건은 사용하는 화합물에 따라 다르지만, 일반적으로 정공 주입층의 형성과 거의 동일한 조건범위 중에서 될 수 있다.
- [0074] 한편, 정공 수송 영역(400)은 전하 생성 물질을 더 포함할 수 있다. 전하 생성 물질은 정공 수송 영역(400) 내에 균일하게 분산되어 하나의 단일영역을 형성하거나, 불 균일하게 분산되어 정공 수송 영역(400)을 복수의 영역으로 구분할 수 있다.
- [0075] 예를 들어, 전하 생성 물질은 P-도펀트일 수 있다. 전하 생성 물질은 퀴논(quinone) 유도체, 금속 산화물 및 시아노(cyano)기 함유 화합물 중 하나일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 예를 들어, p-도펀트의 비제한적인 예로는, TCNQ(Tetracyanoquinodimethane) 및 F4-TCNQ(2,3,5,6-tetrafluoro-tetracyanoquinodimethane) 등과 같은 퀴논 유도체, 텅스텐 산화물 및 몰리브덴 산화물 등과 같은 금속 산화물 등을 들 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0076] 전자 수송 영역(500)은 발광층(300)과 제2 전극층(200) 사이에 정의된다. 전자 수송 영역(500)은 제2 전극층(200)으로부터 주입된 전자가 발광층(300)에 도달하기 위하여 경유하는 영역이다.
- [0077] 전자 수송 영역(500)은 전자 수송 물질 및 전자 주입 물질 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다. 예를 들어, 전자 수송 물질은 Alq3(Tris(8-hydroxyquinolinato)aluminum), TPBi(1,3,5-Tri(1-phenyl-1H-

benzo[d]imidazol-2-yl)phenyl), BCP(2,9-Dimethyl-4,7-diphenyl-1,10-phenanthroline), Bphen(4,7-Diphenyl-1,10-phenanthroline), TAZ(3-(4-Biphenyl)-4-phenyl-5-tert-butylphenyl-1,2,4-triazole), NTAZ(4-(Naphthalen-1-yl)-3,5-diphenyl-4H-1,2,4-triazole), tBu-PBD(2-(4-Biphenyl)-5-(4-tert-butylphenyl)-1,3,4-oxadiazole), BA1q(Bis(2-methyl-8-quinolinolato-N1,O8)-(1,1'-Biphenyl-4-olato)aluminum), Bebq2(berylliumbis(benzoquinolin-10-olate)), ADN(9,10-di(naphthalene-2-yl)anthracene) 및 이들의 혼합물을 포함할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

- [0078] 또한, 예를 들어, 전자 주입 물질은 LiF, LiQ (Lithium quinolate), Li₂O, BaO, NaCl, CsF, Yb와 같은 란타넘족 금속, 또는 RbCl, RbI와 같은 할로젠화 금속, 전자 수송 물질과 절연성의 유기 금속염(organo metal salt)이 혼합된 물질 등일 수 있으나 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0079] 유기 금속염은 에너지 밴드 갭(energy band gap)이 대략 4eV 이상의 물질이 될 수 있다. 구체적으로 예를 들어, 유기 금속염은 금속 아세테이트(metal acetate), 금속 벤조에이트(metal benzoate), 금속 아세토아세테이트(metal acetoacetate), 금속 아세틸아세토네이트(metal acetylacetonate) 또는 금속 스테아레이트(stearate)를 포함할 수 있다.
- [0080] 전자 수송 영역(500)은 진공 증착법, 스핀 코팅법, 캐스트법, LB법, 잉크젯 프린팅법, 레이저 프린팅법, 레이저 열전사법 등과 같은 다양한 방법을 이용하여 형성될 수 있다.
- [0081] 전자 수송 영역(500)은 제1 전자 수송 영역(510) 및 제2 전자 수송 영역(520)을 포함한다. 제1 전자 수송 영역(510)과 제2 전자 수송 영역(520)은 중간층(600)을 사이에 두고 서로 이격되어 배치된다.
- [0082] 제1 전자 수송 영역(510)은 제2 전극층(200)과 중간층(600) 사이에 배치된다. 제1 전자 수송 영역(510)은 제2 전극층(200) 및 중간층(600)에 각각 접촉한다.
- [0083] 제1 전자 수송 영역(510)은 전자 주입 물질 및 전자 수송 물질 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다. 제1 전자 수송 영역(510)은 단일 층 구조 또는 다중층 구조를 가질 수 있다.
- [0084] 도 3에는 제1 전자 수송 영역(510)과 제2 전자 수송 영역(520)이 각각 단일층으로 구성된 실시예를 도시하였다. 예를 들어, 제1 전자 수송 영역(510)과 제2 전자 수송 영역(520) 각각은 각각 전자 수송 물질을 포함하는 전자 수송층이거나, 전자 수송 물질 및 전자 주입 물질을 포함하는 전자 주입/수송 단일층일 수 있다.
- [0085] 제2 전자 수송 영역(520)은 발광층(300)과 중간층(600) 사이에 정의된다. 본 실시예에서, 제2 전자 수송 영역(520)은 발광층(300)에 접촉한다. 제2 전자 수송 영역(520)은 발광층(300)을 구성하는 물질보다 낮은 전자 친화도를 가진 물질로 구성될 수 있다.
- [0086] 한편, 도시되지 않았으나, 제2 전자 수송 영역(520)은 복수의 층으로 구성될 수 있다. 이때, 제2 전자 수송 영역(520) 중 발광층(300)과 접촉하는 층을 구성하는 물질들은 중간층(600)을 구성하는 물질보다 낮은 전자 친화도를 가질 수 있다.
- [0087] 본 실시예에서, 제1 전자 수송 영역(510)은 제2 전자 수송 영역(520)을 구성하는 물질을 포함할 수 있다. 이에 따라, 제1 전자 수송 영역(510)과 제2 전자 수송 영역(520)은 실질적으로 동일한 에너지 밴드 갭을 가질 수 있다. 이에 관한 상세한 설명은 후술한다.
- [0088] 중간층(600)은 전자 수송 영역(500)에 배치된다. 예를 들어, 중간층(600)은 전자 수송 영역(500)에 삽입될 수 있다. 이에 따라, 전자 수송 영역(500)은 제1 전자 수송 영역(510)과 제2 전자 수송 영역(520)으로 구분된다. 중간층(600)은 발광층(300)과 비 접촉할 수 있다.
- [0089] 중간층(600)은 제2 전극층(200)으로부터 발광층(300)으로 유입되는 전자의 양을 제어한다. 예를 들어, 본 실시예에서 중간층(600)은 전자 저지층(electron blocking layer)일 수 있다. 중간층(600)은 발광층(300)으로 이동하는 전자의 수를 감소시켜 발광층(300)에서의 정공/전자 균형을 유지시킬 수 있다.
- [0090] 중간층(600)은 전자 친화도가 높은 물질을 포함한다. 구체적으로, 중간층(600)은 중간층(600)과 인접하는 전자 수송 영역(500)을 구성하는 물질보다 높은 전자 친화도를 가진 물질로 구성될 수 있다.
- [0091] 중간층(600)은 공지의 전자 저지 물질을 포함할 수 있다. 전자 저지 물질은 후술할 루모 에너지 준위가 높은 물질로서 특별히 제한되지 않는다. 예를 들어, 전자 저지 물질은 트리아릴아민 계열의 트리페닐아민 유도체, 카바

줄 유도체 및 스피로디플루오렌 유도체 등을 포함할 수 있다. 구체적으로, 전자 저지 물질은 TCTA, 스피로-TAD, 및 금속 착제 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있으며, 금속 착제는 예를 들어, Irppz, 또는 ppz2Ir(dpm)일 수 있으나, 어느 하나의 실시예에 한정되지 않는다.

- [0092] 한편, 중간층(600)은 제1 전자 수송 영역(510)의 호모 에너지 준위보다 높은 호모 에너지 준위를 가진다. 제1 전자 수송 영역(510)이 다중층 구조를 가지는 경우, 중간층(600)의 호모 에너지 준위는 제1 전자 수송 영역(510) 중 발광층(300)과 접하는 층의 호모 에너지 준위보다 높다. 이에 대한 상세한 설명은 후술한다.
- [0093] 중간층(600)의 두께는 약 20Å 내지 약 1000Å, 예를 들어 약 30Å 내지 약 300Å일 수 있다. 중간층(600)의 두께가 전술한 바와 같은 범위를 만족할 경우, 실질적인 구동 전압 상승 없이 우수한 정공 저지 특성을 얻을 수 있다.
- [0094] 도 4는 도 3에 도시된 유기발광소자의 밴드 다이어그램이다. 도 4에는 도 3에 도시된 층들 각각의 에너지 밴드들을 간략히 도시하였다. 도 4에 도시된 것과 같이, 유기발광소자(OLED: 도 3 참조)는 서로 다른 에너지 밴드(energy band)들을 가진 층들로 구성된다.
- [0095] 일반적으로 유기 물질의 분자 결합력은 이온 결합 등에 비해 상대적으로 매우 약하다. 따라서, 어느 유기층의 전자 에너지 준위는 양자화되어 소정의 갭(gap)을 가진 에너지 밴드로 나타난다. 어느 유기층의 에너지 밴드는 루모(Lowest unoccupied molecular orbital, LUMO) 에너지 준위와 호모(Highest occupied molecular orbital, HOMO) 에너지 준위의 차이(gap)에 의해 정의될 수 있다.
- [0096] 루모 에너지 준위는 전자로 채워지지 않은 가장 낮은 에너지 준위로, 루모 에너지 준위는 무기 반도체의 전도대(conduction band) 하단 에너지 준위에 대응될 수 있다. 루모 에너지 준위는 해당 층의 전자 친화도(electron affinity)와 대응된다.
- [0097] 유기발광소자에 소정의 전기장(electric field)이 인가되면, 음극에 존재하던 전자들은 전기장에 의해 인접한 층으로 이동한다. 이때, 인접한 층간의 루모 에너지 준위 차이가 클수록 높은 전기장이 필요하다.
- [0098] 루모 에너지 준위는 전자의 이동과 관련된다. 인가된 전기장에 의해 전자는 루모 에너지 준위가 낮은 층에서 높은 층으로 이동할 수 있다. 일반적으로 전자 수송 영역은 음극의 일함수와 발광층의 루모 에너지 준위 사이의 루모 에너지 준위를 가진다. 또한, 전자 수송 영역이 복수의 층으로 구성된 경우, 층들의 루모 에너지 준위들은 음극으로부터 발광층으로 향할수록 증가한다.
- [0099] 호모 에너지 준위는 전자로 채워지는 가장 높은 에너지 준위이다. 호모 에너지 준위는 무기 반도체의 가전자대(valence band) 상단 에너지 준위에 대응될 수 있다. 어느 층의 호모 에너지 준위는 이온화 포텐셜(ionization potential)과 대응된다. 이온화 포텐셜은 물질이 이온화하는데 필요한 에너지로, 이온화 포텐셜이 높을수록 이온화되기 어렵다.
- [0100] 유기발광소자에 소정의 전기장이 인가되면, 양극에 존재하던 정공들은 전기장에 의해 인접한 층으로 이동한다. 이때, 인접한 층간의 호모 에너지 준위 차이가 클수록 높은 전기장이 필요하다.
- [0101] 호모 에너지 준위는 정공의 이동과 관련된다. 인가된 전기장에 의해 정공은 호모 에너지 준위가 높은 층에서 낮은 층으로 이동할 수 있다. 일반적으로 정공 수송 영역은 양극의 일함수와 발광층의 호모 에너지 준위 사이의 호모 에너지 준위를 가진다. 또한, 정공 수송 영역이 복수의 층으로 구성된 경우, 층들의 호모 에너지 준위들은 양극으로부터 발광층으로 향할수록 감소한다.
- [0102] 도 4에 도시된 것과 같이, 제1 전극층(100)으로부터 정공 수송 영역(400) 및 발광층(300)으로 갈수록 각 층의 호모(HOMO) 에너지 준위는 순차적으로 감소한다. 따라서, 제1 전극층(100)에서 주입된 정공은 정공 수송 영역(400)을 거쳐 단계적으로 발광층(300)으로 유도될 수 있다.
- [0103] 제2 전극층(200)으로부터 전자 수송 영역(500) 및 발광층(300)으로 갈수록 각 층의 루모(LUMO) 에너지 준위는 순차적으로 증가한다. 따라서, 제2 전극층(200)에서 주입된 전자는 전자 수송 영역(500)을 거쳐 단계적으로 발광층(300)으로 유도될 수 있다.
- [0104] 이때, 중간층(600)은 전자 수송 영역(500) 보다 높은 루모 에너지 준위를 가진다. 즉, 중간층(600)은 중간층(600)과 인접하는 두 층, 예를 들어, 제1 전자 수송 영역(510)과 제2 전자 수송 영역(520) 각각의 루모 에너지 준위들보다 높은 루모 에너지 준위를 가진다.

- [0105] 본 실시예에서, 발광층(300)과 접촉하는 영역의 루모 에너지 준위는 중간층(600)의 루모 에너지 준위보다 낮다. 이때, 중간층(600)의 루모 에너지 준위는 발광층(300)의 루모 에너지 준위보다 높을 수 있다.
- [0106] 따라서, 중간층(600)은 높은 루모 에너지 준위를 가지므로, 제1 전자 수송 영역(510)으로부터 제2 전자 수송 영역(520)으로 이동하는 전자의 양을 제어한다. 제2 전자 수송 영역(520)에서 발광층(300)으로의 이동은 제1 전자 수송 영역(510)에서 제2 전자 수송 영역(520)으로의 이동보다 용이하다.
- [0107] 따라서, 중간층(600)에 의해 수량 및 이동속도가 일단 제한된 전자들은 발광층(300)으로 이동하면서 전자/정공 재결합에 참여할 수 있게 된다. 이에 따라, 중간층(600)이 생략된 경우보다 더 적은 수량 및 더 낮은 이동속도를 가진 전자들이 재결합에 참여하게 된다.
- [0108] 한편, 도시되지 않았으나, 제1 전자 수송 영역(510)과 제2 전자 수송 영역(520)은 일체로 연결될 수 있다. 제1 전자 수송 영역(510)과 제2 전자 수송 영역(520)은 하나의 에너지 밴드를 가질 수 있다. 이때, 중간층(600)은 전자 수송 영역(500) 내에 삽입되어, 중간층(600)의 에너지 밴드와 전자 수송 영역(500)의 에너지 밴드가 중첩되어 나타날 수 있다. 본 발명의 일 실시예에 따른 유기발광소자는 어느 하나의 실시예에 한정되지 않는다.
- [0109] 제2 전극층(200)으로부터 주입된 전자는 전자 수송 영역(500)을 지나면서, 중간층(600)에서 급격히 높아진 루모 에너지 준위에 의해 제한적으로 이동한다. 따라서, 중간층(600)은 제2 전극층(200)으로부터 발광층(300)으로 주입되는 전자의 양을 제어할 수 있다.
- [0110] 일반적인 유기발광소자에 있어서, 정공 수송 영역과 발광층 사이의 에너지 장벽이 전자 수송 영역과 발광층 사이의 에너지 장벽보다 크다. 따라서, 전자가 정공보다 상대적으로 발광층에 더 많이 주입된다.
- [0111] 이에 따라, 발광층에 주입된 전자들 중 발광에 참여하지 못한 전자들은 발광층 내부에 쌓이게 된다. 이때, 전자와 정공이 만나 형성된 여기자(exiton)가 방출하는 에너지가 발광에 사용되지 않고 발광층 내부에 쌓인 전자들에 전달되는 비발광 에너지 전이(Auger recombination)가 발생하기 쉽다. 이에 따라, 유기발광소자의 발광 효율(luminous efficiency)이 저하될 수 있다.
- [0112] 중간층(600)은 발광층(300)으로 주입되는 전자의 양을 제한함으로써, 발광층(300)에서의 전자와 정공이 균형을 이루도록 유도한다. 이에 따라, 본 발명에 따른 유기발광소자(OLED)의 발광 효율이 향상될 수 있다.
- [0113] 한편, 중간층(600)의 호모 에너지 준위와 발광층(300)의 호모 에너지 준위 사이의 차이는 제2 전자 수송 영역(520)의 호모 에너지 준위와 발광층(300)의 호모 에너지 준위 사이의 차이보다 작다. 예를 들어, 중간층(600)의 호모 에너지 준위는 제2 전자 수송 영역(520)의 호모 에너지 준위보다 높다.
- [0114] 이에 따라, 중간층(600)이 발광층(300)과 접촉하도록 형성되면, 발광층(300)에 존재하는 정공이 중간층(600)을 통해 발광층(300)으로부터 유출되기 쉽다. 발광층(300)으로부터 정공이 유출되면, 발광층(300)에서의 전자/정공이 다시 불균형해질 수 있다.
- [0115] 또한, 중간층(600)을 통해 정공이 이동하면서 발광층(300)으로부터 비 발광 소멸되는 정공의 수가 증가될 수 있다. 정공의 유출됨에 따라, 발광층(300) 내부가 아닌 정공 수송 영역(500)과 발광층(300) 사이의 계면에서 발광이 일어날 수 있다. 이에 따라, 전자 수송 영역(500)과 발광층(300) 사이의 계면, 구체적으로, 제2 전자 수송 영역(520)과 발광층(300) 사이의 계면이 열화되기 쉽다.
- [0116] 본 발명에 따른 중간층(600)은 발광층(300)과 비 접촉한다. 중간층(600)은 발광층(300)으로부터 이격되어 배치됨으로써, 발광층(300)에 존재하는 정공이 중간층(600)을 통해 발광층(300) 으로부터 손실되는 것을 방지할 수 있다.
- [0117] 이에 따라, 발광층(300) 내의 정공이 발광층(300) 내부에 머무는 시간이 늘어날 수 있다. 발광층(300) 내의 정공들은 중간층(600)에 의해 주입이 제한된 전자들과 균형을 이루게 되고, 재결합 영역이 발광층(300)과 전자 수송 영역(500) 계면으로부터 발광층(300) 내부로 이동하게 된다. 이에 따라, 유기발광소자(OLED)의 수명이 향상될 수 있다.
- [0118] 본 발명에 따른 유기발광소자는 전자의 이동을 제어하는 중간층(600)을 발광층(300)의 계면으로부터 이격시킨다. 본 발명에 따르면, 재료를 변경하거나, 새로운 층을 더 포함하지 않고도 층 구조를 재 조정하는 것만으로 유기발광소자의 발광 효율 및 수명을 향상시킬 수 있다.

- [0119] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 유기발광소자의 단면도이다. 한편, 도 5에 도시된 유기발광소자(OLED-1)는 정공 수송 영역(400-1) 및 전자 수송 영역(500-1)을 제외하고, 도 3에 도시된 유기발광소자(OLED)와 동일한 구성을 가진다. 이하, 도 1 내지 도 4에 도시된 구성과 동일한 구성에 대해서는 동일한 참조부호를 부여하고, 구체적인 설명은 생략한다.
- [0120] 도 5에 도시된 것과 같이, 정공 수송 영역(400-1)은 복수의 층으로 구성될 수 있다. 정공 수송 영역(400-1)은 정공 주입층(410), 정공 수송층(420), 및 보조층(430)을 포함할 수 있다.
- [0121] 정공 주입층(410)은 제1 전극층(100)으로부터 제공되는 정공이 쉽게 주입되도록 유도한다. 정공 수송층(420)은 정공 주입층(410) 상에 배치된다. 정공 주입층(410)은 정공 주입 물질을 포함하고, 정공 수송층(420)은 정공 수송 물질을 포함한다. 이에 관한 상세한 설명은 도 3에서 설명한 내용으로 대신한다.
- [0122] 보조층(430)은 정공 수송층(420) 상에 배치된다. 보조층(430)은 발광층(300)에 접촉한다. 보조층(430)은 예를 들어, 보조층(430)은 중간층(buffer layer)일 수 있다. 이때, 보조층(430)은 정공 주입층(410) 및 정공 수송층(420)이 포함할 수 있는 물질들을 포함할 수 있다.
- [0123] 또는, 예를 들어, 보조층(430)은 전자 저지층(electron blocking layer)일 수 있다. 이때, 보조층(430)은 발광층(300)으로부터 정공 수송 영역(400-1)으로 전자가 유입되는 것을 방지한다.
- [0124] 전자 수송 영역(500-1)은 다수의 층으로 구성된 제1 전자 수송 영역(510-1)을 포함할 수 있다. 제1 전자 수송 영역(510-1)은 순차적으로 적층된 중간층(511) 및 제2 층(512)을 포함한다.
- [0125] 본 실시예에서, 중간층(511)은 전자 수송 물질을 포함하는 전자 수송층일 수 있다. 제2 층(512)은 전자 주입 물질을 포함하는 전자 주입층일 수 있다. 즉, 제1 전자 수송 영역(510-1)은 도 3에 도시된 제1 전자 수송 영역(510)과 비교할 때, 제2 층(512)이 더 포함된 실시예일 수 있다.
- [0126] 이때, 중간층(600)에 인접하는 층들의 에너지 밴드 갭들은 실질적으로 서로 동일할 수 있다. 구체적으로, 제2 전자 수송 영역(520)의 에너지 밴드 갭과 중간층(511)의 에너지 밴드 갭은 실질적으로 동일할 수 있다.
- [0127] 이에 따라, 제2 전자 수송 영역(520)은 중간층(511)과 실질적으로 동일한 물질로 구성될 수 있다. 제2 전자 수송 영역(520)은 실질적으로 중간층(511)과 동일한 루미네스цент 에너지 준위 및 동일한 호모 에너지 준위를 가진 전자 수송층일 수 있다.
- [0128] 상술한 바와 같이, 제2 층(512)은 제2 전극층(200)이 제공하는 전자가 전자 수송 영역(500-1)으로 용이하게 주입되도록 유도한다. 본 실시예에 따르면, 복수의 층으로 구성된 제1 전자 수송 영역(510-1)을 포함하고, 복수의 층으로 구성되는 정공 수송 영역(400-1)을 포함함으로써, 유기발광소자(OLED-1)의 구동전압을 낮출 수 있다.
- [0129] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 유기발광소자의 단면도이다. 도 7은 도 6에 도시된 유기발광소자의 밴드 다이어그램이다. 한편, 도 6에 도시된 유기발광소자(OLED-2)는 발광층(300-1)을 제외하고, 도 3에 도시된 유기발광소자(OLED)와 동일한 구성을 가진다. 이하, 도 1 내지 도 4에 도시된 구성과 동일한 구성에 대해서는 동일한 참조부호를 부여하고, 구체적인 설명은 생략한다.
- [0130] 발광층(300-1)은 호스트 및 도펀트를 포함한다. 호스트는 발광층(300-1) 전면에 걸쳐 분포된다. 호스트는 도펀트에 대해 상대적으로 기재(base) 물질이 된다.
- [0131] 도펀트는 호스트에 대해 상대적으로 불순물이 된다. 도펀트는 발광층(300-1) 내에 고르게 분산되거나, 발광층(300-1)의 일부 영역에만 국소적으로 도핑될 수 있다. 도 6에는 일부 영역에만 도핑(doping)된 실시예를 도시하였다.
- [0132] 도 6에 도시된 것과 같이, 발광층(300-1)은 도펀트의 분포에 따라 복수의 영역으로 구분될 수 있다. 영역들은 호스트 영역(300H) 및 도펀트 영역(300D)을 포함한다.
- [0133] 호스트 영역(300H)은 호스트가 존재하는 영역이다. 호스트 영역(300H)에는 실질적으로 도펀트가 존재하지 않는다. 본 실시예에서, 도펀트는 전자 수송 물질을 포함한다. 호스트와 도펀트에 관한 상세한 설명은 도 3에서 설명한 내용을 참고하기로 한다.
- [0134] 도펀트 영역(300D)은 호스트 및 도펀트가 혼합되어 존재하는 영역이다. 도펀트 영역(300D)은 정공 수송 영역(400)에 인접하고, 전자 수송 영역(500)으로부터 이격된다.

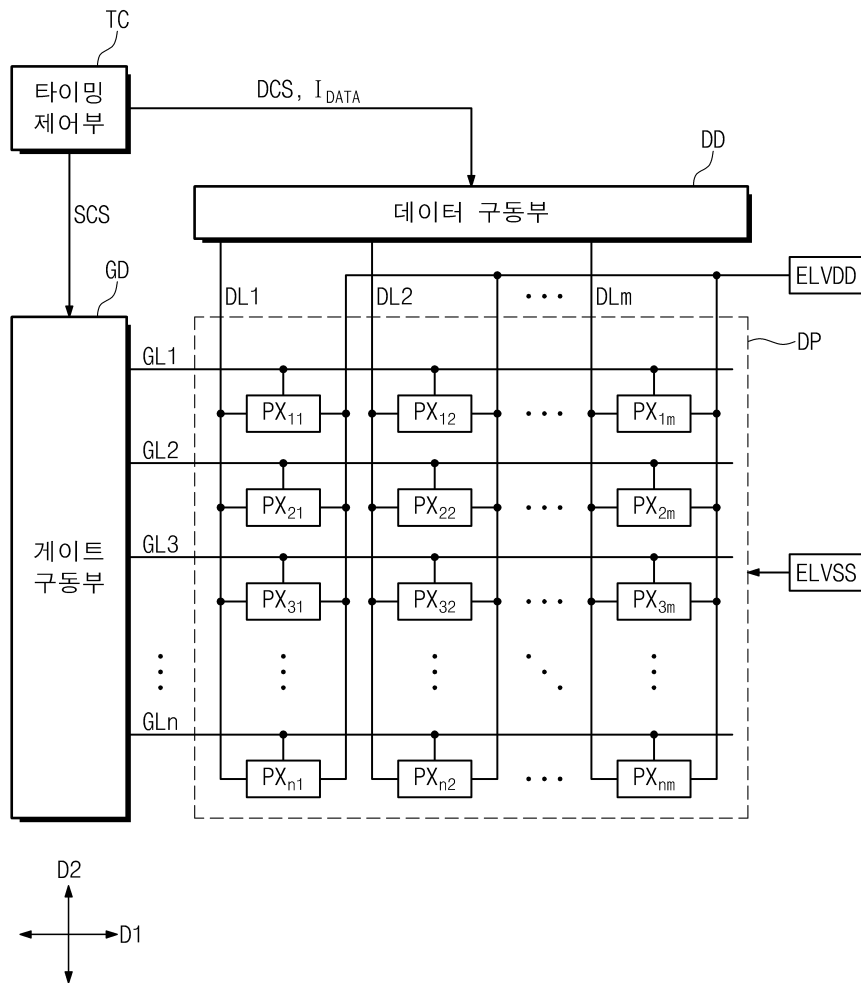
- [0135] 일반적으로, 밴드갭이 큰 물질로부터 에너지가 전이되어 에너지 밴드 갭이 작은 물질에서 여기자가 형성된다. 본 실시예에 따르면, 도펀트 영역(300D)의 에너지 밴드 갭은 호스트 영역(300H)의 에너지 밴드 갭보다 낮다. 따라서, 유기발광소자(OLED-2)는 도펀트 영역(300D)에서 주로 정공과 전자가 결합되어 발광한다.
- [0136] 도펀트 영역(300D)은 호스트 영역(300H)에 비해 상대적으로 낮은 루미 에너지를 가진다. 이에 따라, 도펀트 영역(300D)이 전자 수송 영역(500)에 인접하게 되면, 전자 수송 영역(500)으로부터 발광층(300-1)으로의 전자의 주입이 증가될 수 있다.
- [0137] 일반적으로, 전자 수송 영역(500)으로부터 발광층(300-1)으로의 전자 이동이 활발해질 수록, 발광층(300-1)에서의 전자/정공 균형이 무너지기 쉽다. 또한, 전자의 이동이 증가함에 따라 전자 수송 영역(500)과 발광층(300-1) 사이의 계면의 열화 현상이 증가되기 쉽다.
- [0138] 본 발명의 일 실시예에 따른 발광층(300-1)은 도펀트 영역(300D)이 전자 수송 영역(500)과 비 접촉한다. 이에 따라, 기존의 재료를 변경하거나, 새로운 유기층을 더 추가하지 않더라도 전자 수송 영역(500)으로부터의 전자 주입을 용이하게 제한할 수 있다. 결과적으로, 유기발광소자(OLED-2)의 발광 효율이 향상되고, 유기발광소자(OLED-2)의 수명이 향상될 수 있다.

부호의 설명

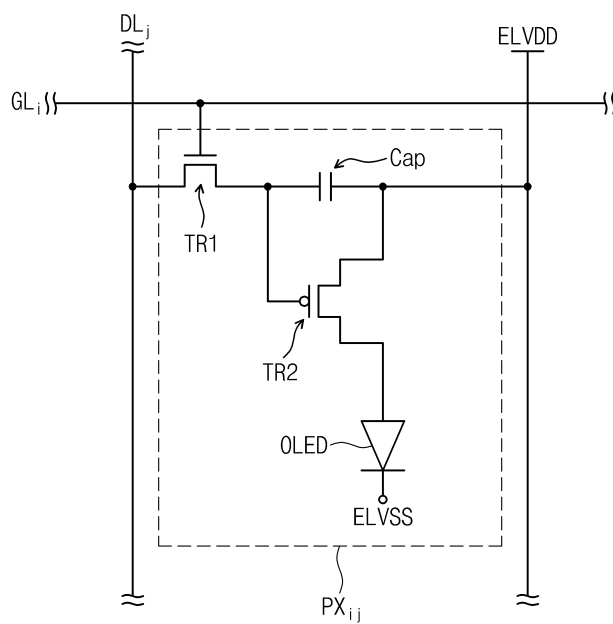
- [0139] DP: 표시패널 OLED: 유기발광소자
 100: 제1 전극층 200: 제2 전극층
 300: 발광층 300H: 호스트 영역
 300D: 도펀트 영역 400: 정공 수송 영역
 500: 전자 수송 영역 510: 제1 전자 수송 영역
 520: 제2 전자 수송 영역 600: 중간층

도면

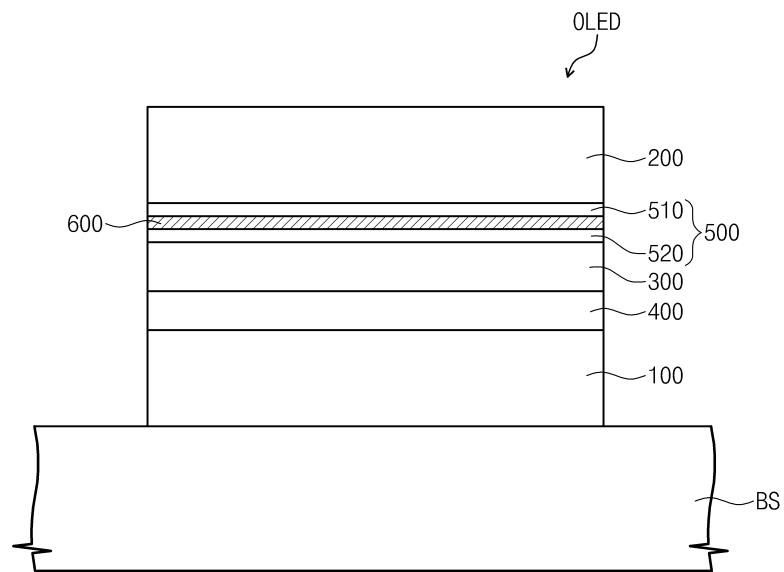
도면1



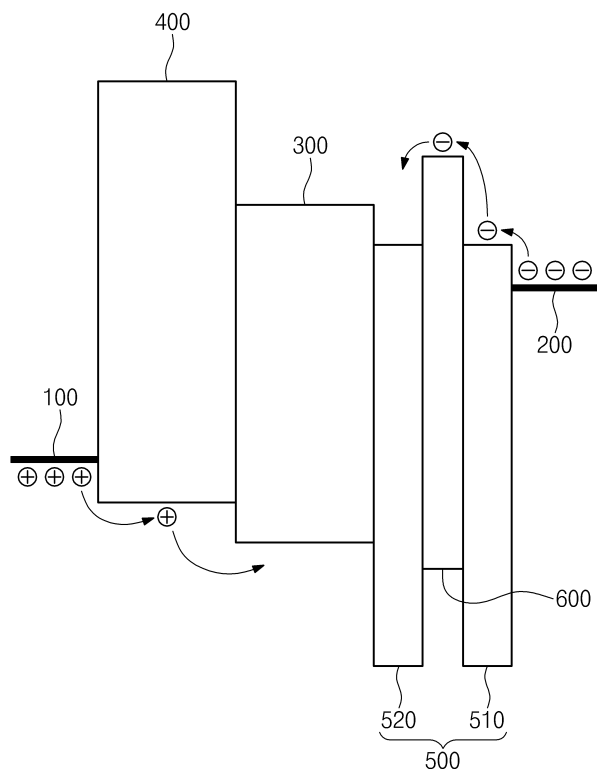
도면2



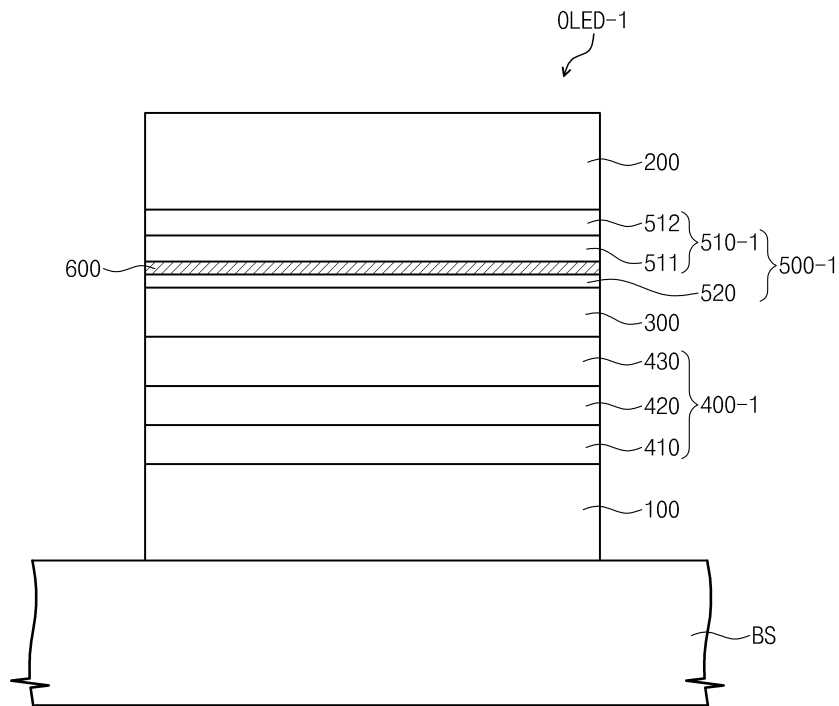
도면3



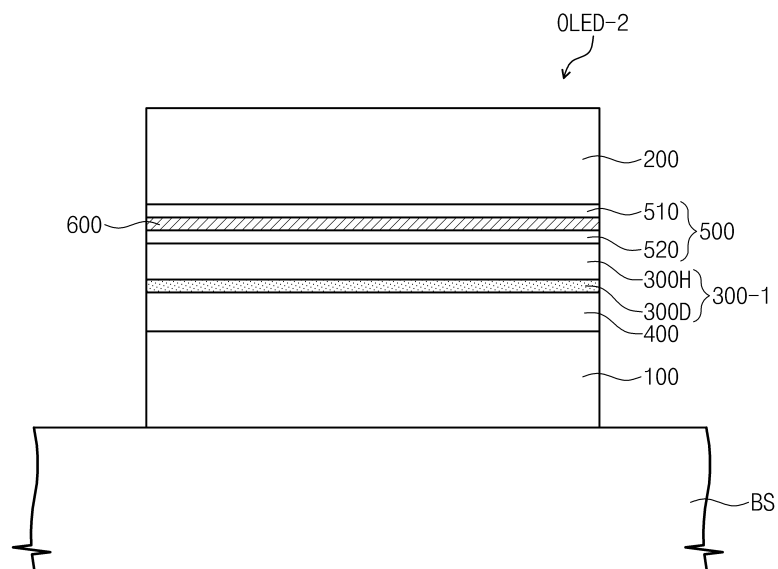
도면4



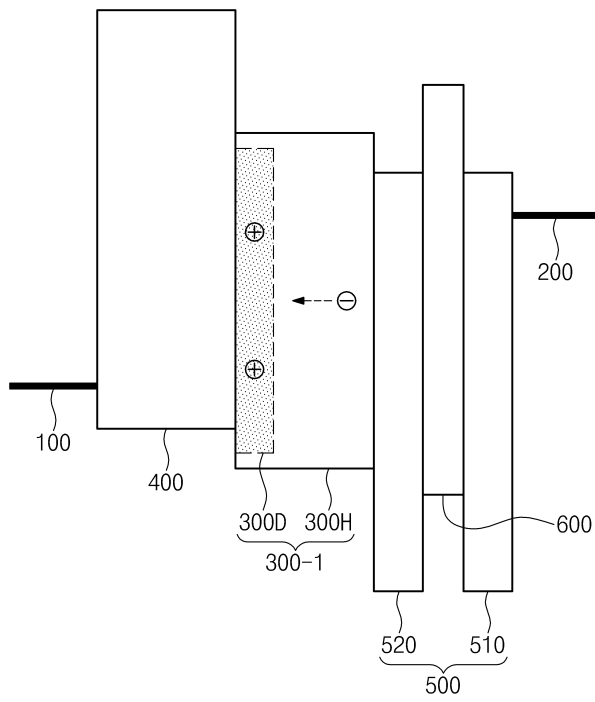
도면5



도면6



도면7



专利名称(译)	标题：OLED器件和包括该器件的显示板		
公开(公告)号	KR1020160063513A	公开(公告)日	2016-06-07
申请号	KR1020140166644	申请日	2014-11-26
[标]申请(专利权)人(译)	三星显示有限公司		
申请(专利权)人(译)	三星显示器有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	三星显示器有限公司		
[标]发明人	SEO JIHOON 서지훈 BAE SUNGJUN 배성준 JIN HYUNDO 진현도		
发明人	서지훈 배성준 진현도		
IPC分类号	H01L51/50 H01L27/32		
CPC分类号	H01L51/5004 H01L27/3258 H01L51/5012 H01L51/5068 H01L51/5072 H01L51/508 H01L51/5084 H01L51/5092 H01L51/5096		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

有机发光装置包括设置在基础基板上的第一电极层，设置在第一电极层上并面向第一电极层的第二电极层，设置在第一电极层和第二电极层之间的发光层，空穴传输区域设置在发光层和第一电极层之间，发光层和第二电极层设置在电极层的第一电子传输区之间，在发光层和第一电子传输区域，其设置在具有比鲁莫能级高鲁莫能级中间层的第二电子传输区域，和所述发光层和中间层之间，在与发光层接触的第二电子传输区它包括。

